

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Off nl gungsschrift
10 DE 195 43 299 A 1

61 Int. Cl.⁸:
G 01 C 3/26
G 01 B 11/03
G 08 F 17/50

21 Aktenzeichen: 195 43 299.1
22 Anmeldetag: 21. 11. 95
43 Offenlegungstag: 22. 5. 97

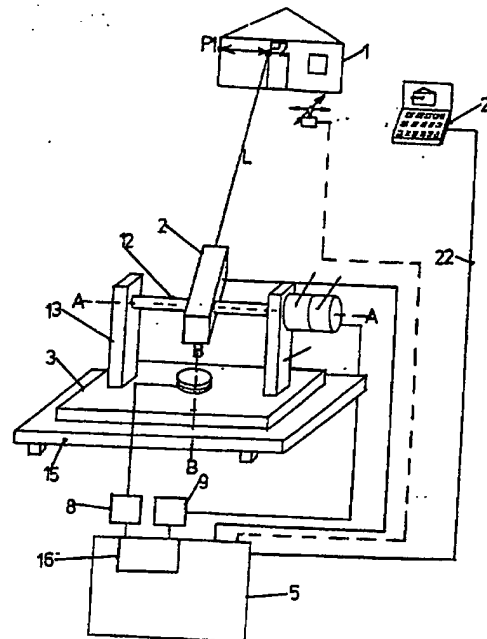
DE 195 43 299 A 1

71 Anmelder:
Kapfer, Wilhelm, 88637 Wertingen, DE
74 Vertreter:
Munk, L., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 88150 Augsburg

72 Erfinder:
gleich Anmelder

64 Verfahren und Vorrichtung zum Vermessen von Gegenständen

67 Bei einer Vorrichtung zum Durchführen eines Meßverfahrens zum Vermessen von Gegenständen, insbesondere von statischen Gegenständen wie Gebäuden (1), Maschinen oder dergleichen durch Erfassung der 3-D-Koordinaten von Meßpunkten mit einer Entfernungsmesseinrichtung zum Messen von deren Distanz zu einem zu vermessenden Meßpunkt (P1; P2), einer Winkelerfassungseinrichtung zum Messen zweier Winkelkoordinaten (alpha, beta) der Lage der Entfernungsmesseinrichtung (2) und einer Meßdatenverarbeitungseinrichtung (5) zur Erfassung der Polarkoordinaten (alpha, beta, L) des Meßpunktes wird dadurch eine einfache, bequeme und fehlerunanfällige Vermessung des Gegenstandes durch nur eine Person ermöglicht, daß durch die Entfernungsmesseinrichtung am Meßpunkt ein sichtbarer Lichtpunkt (PL) erzeugbar ist und dessen Entfernung durch die Entfernungsmesseinrichtung meßbar ist, daß die Entfernungsmesseinrichtung durch eine Stalleinrichtung (10, 11) um zwei Achsen (A-A, B-B) drehbar ist, deren Drehwinkel (alpha, beta) um jeweils eine Achse bestimmbar sind, und daß eine mobile Eingabeeinrichtung (10, 1) vorgesehen ist, von der Stellsignale zur Stalleinrichtung und ein Aktivierungssignal zur Erfassung der aktuellen Polarkoordinaten zur Meßdatenverarbeitungseinrichtung übertragbar sind. Verfahrensmäßig wird von einem Laser ein positionierbarer Punkt erzeugt, der unter optischer Kontrolle mit dem Meßpunkt zur Deckung gebracht wird, worauf die Polarkoordinaten des Lichtpunktes gemessen und erfaßt werden.



DE 195 43 299 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Vermessen von Gegenständen, insbesondere statischen Gegenständen, wie Gebäuden, Maschinen oder dergleichen durch Erfassen der 3-D-Koordinaten von Meßpunkten.

Aus der DE 38 33 203 C1 ist eine Vorrichtung zur polaren Erfassung von Objektpunkten bei Vermessungen zum Zweck der Dokumentation im Bereich der Denkmalpflege, Bauforschung, Archäologie und Architektur bekannt. Bei dieser Anordnung werden die Polarkoordinaten eines Meßpunktes, also eine Längenkoordinate und zwei Winkelkoordinaten gemessen. Die Messung der Längenkoordinate erfolgt durch Abwicklung eines Seiles bis zum Meßpunkt und Bestimmung der Seillänge. Die Messung der beiden Winkelkoordinaten erfolgt durch jeweils einen eine CCD-Zelle umfassenden, optischen Detektor. Diese Anordnung ist im Aufbau relativ aufwendig und in der Handhabung umständlich. Insbesondere bei größeren Räumen sind für eine zügige Erfassung zwei Personen erforderlich, von denen eine das Ende des Meßseiles jeweils an einem Meßpunkt positioniert und die andere die Erfassung der Koordinaten im Rechner auslöst. Überdies ist die Anordnung relativ ungenau, da insbesondere bei einem großen Abstand des Meßpunktes von der Meßeinrichtung das Seil durchhängt und damit die Messung verfälscht. Da das Ausmaß, in welchem das Seil durchhängt auch davon abhängig ist, wie groß der Vertikalwinkel des Meßpunktes ist, also wie weit oberhalb der Meßanordnung sich der Meßpunkt befindet, ist auch eine automatische Kompensation in Abhängigkeit von der Seillänge nicht möglich.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, mit einfachen und kostengünstigen Mitteln ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Vermessen von Gegenständen zu schaffen, das, bzw. die einer einzelnen Person möglichst einfach, zuverlässig, komfortabel und fehlerunanfällig die Vermessung von Gegenständen erlaubt.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens dadurch gelöst, daß von einem Laser ein positionierbarer Lichtpunkt erzeugt wird, der durch vor Ort am Gegenstand ausgeführte Kontrolle mit dem Meßpunkt zur Deckung gebracht wird, worauf die Polarkoordinaten bei Betätigung einer mobilen Eingabeeinrichtung vor Ort am Meßpunkt gemessen und erfaßt werden. Mit diesem Verfahren kann eine Einzelperson schnell, effektiv und präzise Meßpunkte erfassen und so Gegenstände vermessen.

Die Auslösung der Erfassung der Polarkoordinaten durch Betätigung einer mobilen Eingabeeinrichtung hat den Vorteil, daß die messende Einzelperson nicht vom Meßpunkt zur Meßeinrichtung zurücklaufen muß. Überdies kann so die messende Einzelperson vor Ort am Meßpunkt selbst ohne Hilfe einer weiteren Person, insbesondere bei schwierig mit Präzision meßbaren Meßpunkten auf zum Laserstrahl geneigten Flächen, wie schrägen Flächen, gekrümmten Flächen wie Rohren etc. ein Spiegel auf dem Meßpunkt gehalten werden, so daß ein ausreichender Teil des Laserstrahls vom Meßpunkt aus zurückgeworfen wird.

Hinsichtlich der Vorrichtung wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß durch die Entfernungsmesseinrichtung am Meßpunkt ein sichtbarer Lichtpunkt erzeugbar und dessen Entfernung durch die Entfernungsmesseinrichtung meßbar ist, daß die Entfernungsmesseinrichtung durch eine Stelleinrichtung um zwei Achsen drehbar ist,

deren Drehwinkel um jeweils eine Achse bestimmbar sind, und daß eine mobile Eingabeeinrichtung vorgesehen ist, von der Stellsignale zur Stelleinrichtung und ein Aktivierungssignal zur Erfassung der aktuellen Polarkoordinaten zur Meßdatenverarbeitungseinrichtung übertragbar sind. Die mobile Eingabeeinrichtung ermöglicht vorteilhafterweise eine bequeme, effektive Messung durch nur eine Person, was bei den bekannten Vermessungs-Vorrichtungen nicht möglich ist.

Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen. Vorteilhaft für das Verfahren ist, wenn die Koordinaten auf einem mobilen Rechner, insbesondere Laptop, oder Notebook etc. in graphischer Darstellung kontrolliert werden. Damit kann bereits während des Messens der in der Regel zahlreichen Meßpunkte die Lage eines Meßpunktes relativ zu den anderen Koordinaten in graphischer Darstellung betrachtet und auf Plausibilität bzw. Korrelation zu anderen Meßpunkten oder zu einer Zeichnung überprüft werden.

Vorteilhaft ist es ferner, wenn die Koordinaten jeweils eines Meßpunktes vor dem Abspeichern kommentiert werden, was die Einordnung anderer Meßpunkte hinsichtlich ihrer Bedeutung erleichtert, insbesondere wenn Daten über die Zugehörigkeiten mehrerer Meßpunkte zueinander, also beispielsweise welche Meßpunkte die Ecken einer Türe definieren, eingegeben werden oder wenn zu einem Meßpunkt eingegeben wird, ob er auf einer verputzten oder unverputzten Oberfläche liegt.

Zweckmäßig werden die Daten in ein CAD-Programm eingelesen, welches die graphische Verknüpfung gemessener Punkte durch Linien, Kreise etc. erlaubt bzw. die Zuordnung von Meßpunkten zu Punkten in bereits im CAD-Programm gespeicherten Plänen des zu vermessenen Gegenstandes.

Dabei werden vorzugsweise die eingegebenen Kommentare zu den Meßpunkten in einem eigenen Layer einer CAD-Datei abgelegt, um Darstellung und Ausdrucken des Planes mit und ohne Kommentare zu ermöglichen.

Hinsichtlich der Vorrichtung ist es vorteilhaft, wenn die Entfernungsmesseinrichtung einen Laser und eine diesem zugeordnete Auswerteeinrichtung aufweist, was eine sehr präzise und einfach handhabbare Erfassung der Distanz zwischen der Entfernungsmesseinrichtung und einem Meßpunkt erlaubt, wobei im Gegensatz zu einer Messung mit einem Seil, welches abhängig von der Höhe des Meßpunktes bei gleicher Länge unterschiedlich durchhängt eine präzise Messung stets möglich ist.

Die Meßdatenverarbeitungseinrichtung weist zweckmäßig mindestens einen PC auf, der eine instantane graphische Darstellung und eine interaktive Verknüpfung von Meßpunkten vor Ort aus Anschaulichkeitsgründen und zur Dokumentation erlaubt.

Zweckmäßig ist ein mobiler Rechner, insbesondere Laptop oder Notebook, vorgesehen, welcher es erlaubt, wenn Vorort also nah am Meßpunkt dieser mit einem Punkt des zu vermessenden Gegenstandes zur Deckung gebracht wird, dort die Lage dieses Punktes relativ zu anderen Meßpunkten darzustellen und zu kontrollieren. Auch ist es möglich, vom Laptop aus die Erfassung der aktuellen Polarkoordinaten auszulösen.

Nach einer Ausgestaltung der Erfindung sind ein Meßrechner und ein Arbeitsrechner vorgesehen. Dabei kann in den stationären Meßrechner einfach und kostengünstig eine Karte für die Ansteuerung der Schrittmotoren eingebaut werden und vom mobilen Arbeits-

rechner aus Vorort, also am Meßpunkt, die Lage der Meßpunkte relativ zueinander und gegebenenfalls relativ zu Merkmalen einer im Arbeitsrechner bereits abgespeicherten Zeichnung des zu vermessenden Gegenstandes dargestellt und überprüft werden.

Zweckmäßig ist eine Datenübertragungseinrichtung insbesondere eine Funkeinrichtung zur Übertragung von Drehbefehlen, Geschwindigkeitsbefehlen und Meßauslösebefehlen zum Arbeitsrechner oder den Schnittmotoren bzw. deren Karte sowie vorzugsweise auch zum Übertragen von gemessenen Winkeln und Entfernung zum mobilen Rechner, insbesondere PC, vorgesehen. Diese ermöglicht insbesondere eine sofortige Weiterverarbeitung der aktuellen gemessenen Daten in diesem PC. Dabei ist insbesondere die Übertragung mit einer Funkeinrichtung von Vorteil, weil so keine Begrenzungen oder Probleme durch Kabelverbindung auftreten.

Zweckmäßig weist der mobile Rechner ein Display zur graphischen Darstellung des zu vermessenden Gegenstandes und/oder der Meßpunkte auf, so daß diese Vorort, also am Meßpunkt überprüft werden können.

Vorzugsweise ist als Eingabeeinrichtung ein zweidimensionales Eingabegerät vorgesehen. Dies ermöglicht einfach und komfortabel über die Schrittmotoren die Positionierung des von der Entfernungsmßeinrichtung, insbesondere Laser, erzeugten Lichtpunktes am zu vermessenden Merkmal des Gegenstandes.

Nach einer kostengünstigen Ausgestaltung der Erfindung ist als Eingabeeinrichtung ein Joystick vorgesehen, dessen einer Taster als Auslöseeinrichtung für die Koordinatenerfassung beschaltet ist.

Die Ausbildung der Entfernungsmßeinrichtung als Tastatur ist vorteilhaft, weil zusätzlich zum Laptop, Notebook etc. keine weitere Einrichtung erforderlich ist. Besonders komfortabel ist es, wenn als Entfernungsmßeinrichtung ein Spracheingabesystem vorgesehen ist.

Zweckmäßig weist die Stelleinrichtung jeweils einen Schrittmotor für jede der beiden Drehachsen auf, was eine einfache und effektive Positionierung ermöglicht.

Vorzugsweise ist ein Getriebe für jeden Stellmotor und eine Übersetzung von vorzugsweise etwa 1:100 vorgesehen, um eine präzise Positionierung des von der Entfernungsmßeinrichtung erzeugbaren, sichtbaren Lichtpunktes zu erlauben.

Die Winkelauflösung jedes Winkels umfaßt zweckmäßig etwa 100 000 Einzelstufen, was bei einer insbesondere bei gängigen Lasermeßgeräten möglichen Meß-Distanz von etwa 30–50 m eine befriedigende Auflösung der Koordinaten erlaubt.

Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus der Beschreibung zweier Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnung. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Vermessen von Gegenständen und

Fig. 2 eine weitere erfindungsgemäße Vorrichtung zum Vermessen von Gegenständen mit einem mobilen Rechner in Form eines Laptops.

Fig. 1 zeigt einen statischen Gegenstand in Form eines Gebäudes, bei welchem verschiedene Abstände vermessen werden sollen. Zur Ermittlung des Abstandes zwischen zwei Punkten P1 und P2 werden deren Polarkoordinaten L, alpha, beta erfaßt. Hierfür wird mit der Entfernungsmßeinrichtung 2 die Längskoordinate L und aufgrund des Drehwinkels alpha der Entfernungsmßeinrichtung 2 um die Achse A-A sowie aufgrund des Drehwinkels beta der Drehanordnung 3 um die Achse

B-B die beiden Winkelkoordinaten eines Punktes P1 bzw. P2 erfaßt. Die Winkelkoordinate alpha, die ein Maß für die Höhe eines Meßpunktes P1, P2 über der horizontalen Ebene ist, wird im folgenden als Vertikalwinkel und die Winkelkoordinate beta, die die Richtung eines Punktes P1, P2 in einer horizontalen Ebene angibt, als Horizontalwinkel bezeichnet.

Die Entfernungsmßeinrichtung 2 zur Messung der Längskoordinate 2 ist hier als Laser mit zugeordneter Auswerteeinrichtung ausgebildet. Als Laser können Laser der Schutzklasse 2 verwendet werden, um Beeinträchtigung oder Verlust des Augenlichts durch Laserunfälle zu vermeiden. Bei Verwendung eines schwachen Lasers ist das Arbeiten ohne Laser-Brille möglich. Der Laser 2 wirft einen sichtbaren Lichtpunkt P_L auf das Gebäude 1, dessen Distanz vom Laser mit einer bekannten Auswerteeinrichtung erfaßt werden kann. Entfernungsmßeinrichtungen 2 dieser Art sind bekannt und werden beispielsweise unter dem Namen Disto von der Firma Leica AG, Heerbrugg, Schweiz vertrieben.

Bei der dargestellten Anordnung werden die Polarkoordinaten eines Punktes auf dem Gebäude mit einer um zwei Achsen A-A und B-B um Winkel alpha, beta verstellbaren Entfernungsmßeinrichtung 2 in Form eines Lasers mit Auswerteeinrichtung erfaßt. Hierzu wird der vom Laser auf dem Gebäude 1 erzeugte Lichtpunkt P_L auf einem zu vermessenden Meßpunkt P1 oder P2 positioniert. Diese Positionierung erfolgt hier mittels eines Joysticks 4, der über eine Meßdatenverarbeitungseinrichtung in Form eines Meßrechners 5 und über Schrittmotoren 6, 7 die Winkel alpha, beta, also den Raumwinkel festlegt, unter welchem der Laser in der Entfernungsmßeinrichtung 2 den Lichtpunkt P_L projiziert. Die messende Person steht dabei in der Nähe des Meßpunktes P1 oder P2, bringt den Lichtpunkt P_L mit diesem Meßpunkt zur Deckung und leitet beispielsweise mittels eines Tasters am Joystick die Erfassung der Polarkoordinaten L, alpha, beta in den Meßrechner 5 ein.

Zur Drehung der Entfernungsmßeinrichtung 2 um die Achse A-A, also um den Winkel alpha, und um die Achse B-B, also um den Winkel beta, sind Schrittmotoren 6 bzw. 7 vorgesehen, die über Endstufen 8, 9 betrieben werden. Die Endstufen 8, 9 werden vom Meßrechner 5 aus angesteuert. Die Veränderung eines Winkels alpha oder beta wird vom Meßrechner 5 derart ausgelöst, daß der diesem Winkel alpha, beta zugeordnete Schrittmotor 6 bzw. 7 um einen vorgegebenen Winkel weitergedreht wird. Die aktuelle Winkelkoordinate alpha, beta des Lichtpunktes P_L wird dabei hier dadurch erfaßt, daß der Meßrechner 5 durch jeweils eine Variable eines Programms in seinem Speicher mitzählt, um wieviele Einzelschritte der jeweilige Schrittmotor 6, 7 gegenüber einem, z. B. beim Einschalten festgelegten, ursprünglichen Referenzwinkel weiter gedreht wurde. Somit ergeben sich hier sämtliche Winkelkoordinaten relativ zu einer Anfangswinkelstellung der Entfernungsmßeinrichtung 2. Um Abstände zwischen zwei Meßpunkten zu erfassen, beispielsweise den Abstand D zwischen den Meßpunkten P1 und P2 werden im Meßrechner 5 die Polarkoordinaten der Meßpunkte P1, P2 zweckmäßig in Axial-Raum-Koordinaten x, y, z umgerechnet und deren Abstand berechnet.

Die vom Meßrechner 5 erfaßbare Winkelauflösung der Winkel alpha, beta hängt von der Anzahl der Einzelschritte der Schrittmotoren und der Übersetzung der den Schrittmotoren 6, 7 zugeordneten Getriebe 10, 11 ab. Bei 1000 Schritten des Schrittmotors und einer Übersetzung von 1:120 des zugeordneten Getriebes

ergibt sich beispielsweise eine Auflösung von 120 000 Einzelschritten. Bei einem Abstand L des Gebäudes 1 von der Entfernungsmesseinrichtung 2 von 30 m ergibt sich somit, falls von einem Maximalwinkel α , β von jeweils 360° ausgegangen wird, eine Genauigkeit bei der Erfassung der Position des Lichtpunktes P_L von $D \cdot (\pi) / \text{Auflösung} = 60 \cdot 3,14 / 120\,000 = 1,5 \text{ mm}$. Diese Auflösung ist durchaus befriedigend, da die Punktgröße gängiger Laser-Distanzmeßgeräte, insbesondere des oben angegebenen Gerätes bei einer Entfernung des Objektes vom Laser von 30 m etwa 3 mm beträgt und somit optisch mit einer in diesem Größenbereich liegenden Präzision mit einem zu vermessenden Punkt am Gebäude 1 zur Deckung gebracht werden kann. Beim Vermessen von in einer zum Laserstrahl L geneigten Ebene liegenden Merkmalen eines Gegenstandes wie beispielsweise gekrümmten Flächen, insbesondere Rohren, wird von der messenden Person zweckmäßig ein Spiegel orthogonal zum Laserstrahl auf den Meßpunkt gehalten, um eine präzise Messung und einen ausreichenden Reflexionsgrad zu erzielen. Dabei ist besonders vorteilhaft, daß die einzelne messende Person vor Ort am Meßpunkt den Spiegel halten kann. Eine zweite Person ist auch hierfür nicht erforderlich.

Die Drehbarkeit der Entfernungsmesseinrichtung 2 um zwei Achsen ist hier derart realisiert, daß die Entfernungseinrichtung 2 auf einer hier zur Veranschaulichung relativ lang dargestellten Querwelle 12 in Laschen 13, 14 um die Achse A-A drehbar gelagert ist, wobei der zur Drehung der Entfernungsmesseinrichtung 2 um die Achse A-A dienende Motor 6 mit Getriebe 10 an einer der Laschen 14 angeordnet ist. Zur Drehung der Entfernungsmesseinrichtung 2 um die dem Horizontalwinkel zugeordnete Achse B-B ist hier die die Drehung um die Achse A-A ermöglichende Anordnung über die Laschen 13, 14 auf einer Drehanordnung 3 in Form einer Platte aufgenommen, welche auf einer weiteren Platte 15 aufliegt, wobei die obere Platte 3 mit der unteren Platte 15 um einen hier nicht sichtbaren Bolzen auf der Achse B-B drehbar verbunden ist.

Die Drehbarkeit der Entfernungsmesseinrichtung 2 um zwei Achsen kann auch anders realisiert sein. Insbesondere kann die Entfernungsmesseinrichtung 2 auf einer Kugel oder Halbkugel aufgenommen sein, die von zwei Auslenkungseinrichtungen um jeweils eine zweckmäßig durch ihre Mitte gehende Drehachse beispielsweise über antreibbare Kugeln etc. drehbar ist.

Auch hier verlaufen zweckmäßig die Achsen A-A und B-B durch die Entfernungsmesseinrichtung 2, um ohne weitere Umrechnungen direkt die Polarkoordinaten α , β , L zu erhalten.

Die Winkel α , β können z. B. durch Mitzählen über Variablen oder durch jeweils einen an einer Achse A-A bzw. B-B angeordneten, nicht dargestellten Drehgeber aufgenommen werden.

Die Positionierung des vom Laser der Entfernungsmesseinrichtung 2 erzeugten Lichtpunktes P_L auf dem Gebäude 1 erfolgt im Fig. 1 gezeigten Beispiel durch einen sogenannten Joystick. Dabei setzt ein Programm im Meßrechner 5 bei Auslenkungen des Steuerknüppels des Joysticks die aktuelle Auslenkung in Signale für die Schrittmotoren 6, 7 um, wobei diese Signale über eine Karte 16 im Meßrechner 5 und Endstufen 8, 9 an die Schrittmotoren 6, 7 weitergegeben werden. Im dargestellten Beispiel ist einer Auslenkung des Steuerknüppels des Joysticks in Richtung 17 eine Drehung der Entfernungsmesseinrichtung 2 durch den Schrittmotor 6 entgegen der Richtung des Winkelpfeiles α und eine

Auslenkung des Steuerknüppels in Richtung 18 einer Drehung in Richtung des Winkelpfeiles α zugeordnet. Einer Bewegung des Steuerknüppels in Richtung 20 ist eine Drehung der Entfernungsmesseinrichtung durch den Schrittmotor 7 um die Achse B-B in Richtung des Winkelpfeiles β und einer Auslenkung des Steuerknüppels in Richtung 19 einer Drehung entgegen des Winkelpfeiles β zugeordnet.

Dabei erfolgt hier während der Dauer der Auslenkung des Steuerknüppels in Richtung 17, 18, 19 oder 20 eine kontinuierliche Drehung der Entfernungsmesseinrichtung 2 durch einen Schrittmotor 6 oder 7. Die Geschwindigkeit der Drehung kann entweder in Abhängigkeit von der Relation der Längskoordinate L zur Größe des zu vermessenden Gegenstands 1 am Meßrechner 5 eingegeben werden oder alternativ z. B. vom Joystick 4 aus umschaltbar sein, wobei beispielsweise einer 2 Sekunden langen Betätigung eines bestimmten Joysticktasters eine Erhöhung der Drehgeschwindigkeit eines Schrittmotors 6, 7 oder eine Erniedrigung zugeordnet werden kann. Die Auslösung der Erfassung der Koordinaten des Lichtpunktes P_L nach dessen Positionierung auf einem zu vermessenden Meßpunkt P1 oder P2 erfolgt hier durch kurze Betätigung eines anderen Tasters am Joystick 4. Bei dieser Anordnung wird zur Bestätigung der erfolgten Messung ein optisches oder akustisches, vom Meßpunkt aus durch die den Joystick 4 haltende Person kontrollierbares Signal bestätigt.

Fig. 2 zeigt eine weitere erfindungsgemäße Ausbildung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei welcher ein mobiler Rechner in Form eines Laptops 21 oder Notebooks verwendet wird, der über eine Übertragungseinrichtung 22 mit einem Meßrechner 5 verbunden ist. Der Joystick ist in Fig. 2 fakultativ und nicht erforderlich. Der Aufbau wird nur soweit erläutert, als er vor von dem in Fig. 1 divergiert. Bei dieser Anordnung erfolgt hier die Eingabe von Drehbefehlen zur Drehung der Entfernungsmesseinrichtung 2 um die Winkel α , β von den Cursorstasten des mobilen Rechners 21 aus. Ein Teilprogramm im Rechner wertet Betätigungen der Cursorstasten aus. Dabei kann die Geschwindigkeit der Drehung der Entfernungsmesseinrichtung 2 ebenfalls in einzelnen Stufen durch die Tastatur des Rechners einstellbar sein. Statt der Tastatureingabe kann insbesondere am mobilen Rechner oder einer mobilen Eingabeeinheit ein Spracheingabesystem vorgesehen sein; dabei ist jeder Bewegungsmöglichkeit der Entfernungsmesseinrichtung jeweils in und entgegen der Winkel α , β je ein Sprachsignal zugeordnet. Dieses Sprachsignal kann auch wählbar sein. Auch können zum Auswählen verschiedener Bewegungsgeschwindigkeiten durch Geschwindigkeitsbefehle der Entfernungsmesseinrichtung jeweils Sprachsignale definiert werden. Alternativ kann auch ein zusätzlicher Joystick 4 vorgesehen sein, über welchen wie in Fig. 1 die Entfernungsmesseinrichtung 2 gedreht wird. Vom mobilen Rechner, in den über Tasten, insbesondere Cursorstasten, einen Joystick, Trackball, Spracheingabe etc. insbesondere Drehbefehle zur Drehung der Entfernungsmesseinrichtung 1 um die Winkel α , β , Meßauslösebefehle zum Auslösen einer Messung der aktuellen Koordinaten und Geschwindigkeitsbefehle zum Einstellen der Geschwindigkeit, mit der die Drehbewegungen der Entfernungsmesseinrichtung erfolgen, eingebbar sind, werden die Drehbefehle usw. ausgewertet und Signale an den stationären Meßrechner 5 bzw. direkt oder über Karten an die Schrittmotoren 6, 7 gegeben. Die Übertragung der Signale an eine der Schrittmotoren 6, 7

zugeordnete Kante bzw. einen Meßrechner kann z. B. über eine RS-232-, RS-422-, Centronics-, etc-Leitung, über eine Koaxialleitung, optisch oder über Funk erfolgen. Bei einer Funk-Übertragung sind am mobilen Meßrechner bzw. der mobilen Eingabe und am stationären Meßrechner bzw. an einer der Schnittmotoren zugeordneten Karte jeweils eine Antenne vorzusehen; die Antennen sind jeweils über Sender/Empfänger-Schaltungen anzuschließen. Gegebenenfalls kann im Send-/Empfangs-Protokoll der Karten oder Programme eine Bestätigung von Sendungen durch den Empfänger vorgesehen sein, deren Ausbleiben ein z. B. akustisches oder optisches Signal auslösen kann. Das Übertragungsprotokoll kann beispielsweise nach dem OSI-Standardmodell aufgebaut sein.

Die Entfernungsmeßeinrichtung 2 ist hier über eine RS 232-Schnittstelle am Meßrechner 5 angeschlossen. Zur Aktivierung einer Messung werden vom Rechner 5 Aktionssignale an die Entfernungsmeßeinrichtung 2 gegeben, worauf diese die von ihr gemessene Entfernung L betreffende Daten an den Arbeitsrechner 5 zurücksendet. Diese Daten werden gemeinsam mit den Daten über die Winkelkoordinaten alpha, beta nach einem vorgebbaren Kommunikationsprotokoll zum in Fig. 2 vorhandenen mobilen Rechner 21 übertragen.

Die Messungen in der Nähe der Meßpunkte durchführende Person kann den mobilen Rechner 21 mitführen und gemessene Meßpunkte auf diesem darstellen lassen. Dabei ist es insbesondere möglich, bereits gemessene Meßpunkte graphisch darzustellen. Diese können entweder in einer im mobilen Rechner 21 bereits vorhandenen Zeichnung eingebunden werden und/oder durch Linien, Kreise etc. mit einem CAD-Programm verbunden werden. Dabei können einzelne oder alle Meßpunkte mit einer Kommentierung versehen werden. Die Kommentierung kann Merkmale des jeweiligen Meßpunktes umfassen wie beispielsweise ob an diesem Meßpunkt eine Wand bereits verputzt ist bzw. auf einem Boden bereits ein Belag verlegt wurde etc. Außerdem können durch Kommentare einzelne Meßpunkte zusammengefaßt werden, wie beispielsweise Anfangs- und Endpunkt einer elektrischen Leitung oder einer Wasserleitung. Auch können beispielsweise die Eckpunkte eines Fensters durch den ihnen jeweils zugeordneten Text verknüpft werden und gegebenenfalls mit Linien verbunden werden. Die Kommentierungen zu den Meßpunkten können in einem eigenen Layer eines CAD-Programmes dargestellt und abgelegt werden.

Die Verwendung eines mobilen Rechners 21 ermöglicht es somit, bereits während der Erfassung der häufig zahlreichen Meßpunkte, diese in einer die weitere Arbeit erleichternden Weise zu kommentieren und zu speichern. Überdies ist durch die graphische Darstellung eines Plans und der in diesen einbaubaren Meßpunkte eine laufende einfache Kontrolle der Vermessung möglich. Die damit sehr erleichterte Messung ist sehr fehlerunanfällig und kann auch von Hilfspersonal durchgeführt werden.

Bei Verwendung eines mobilen Rechners 21 kann auch ohne Arbeitsrechner 5 gearbeitet werden, wenn beispielsweise eine stationäre lokale Schaltung für die Ansteuerung der Schnittmotoren und das Auslesen der Entfernungsmeßeinrichtung vorgesehen ist. Diese Schaltung kann beispielsweise über Arcnet-Modul und eine Koaxialleitung mit dem mobilen Rechner 21 verbunden sein.

Bei Aufbau der Vorrichtung ohne mobilen Rechner

weist zweckmäßig der Meßrechner ein Speichermedium für die gemessenen Daten, insbesondere eine Festplatte, ein Diskettenlaufwerk und/oder einen optischen Speicher auf. Auch kann eine Telekommunikationsübertragungseinrichtung am Rechner zur Koordination des Vorgehens und zum Fernübertragen der aktuell gemessenen Daten vorgesehen sein. Auch ist es sinnvoll, falls kein Laptop verwendet wird, am Meßrechner ein Display oder einen Monitor und eine akustische Eingabeeinheit oder eine Tastatur vorzusehen. Gegebenenfalls kann bei dieser Ausbildung auch eine im Meßrechner gespeicherte Karte oder Zeichnung des Gegenstandes 1 zusammen mit gemessenen Punkten P1, P2 und eventuell daraus berechneten Abständen D gemeinsam graphisch dargestellt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Vermessen von Gegenständen, insbesondere statischen Gegenständen wie Gebäuden, Maschinen oder dergleichen, durch Erfassung der 3-D-Koordinaten von Meßpunkten, **dadurch gekennzeichnet**, daß von einem Laser ein positionierbarer Lichtpunkt erzeugt wird, der durch vor Ort am Gegenstand ausgeführte Kontrolle mit dem Meßpunkt zur Deckung gebracht wird, worauf die Polarkoordinaten des Lichtpunktes gemessen und, bei Betätigung einer mobilen Eingabeeinrichtung vor Ort am Meßpunkt, erfaßt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Koordinaten auf einem mobilen Rechner, insbesondere Laptop, in graphischer Darstellung kontrolliert werden.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Koordinaten eines Meßpunktes vor dem Abspeichern kommentiert werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Daten in ein CAD-Programm eingelesen werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß Kommentare zu den Meßpunkten in einem eigenen Layer einer CAD-Datei abgelegt werden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß, insbesondere bei Meßpunkten auf zum Laserstrahl geneigten Flächen, manuell ein Spiegel zum Reflektieren des Laserstrahls über den Meßpunkt gehalten wird.
7. Vorrichtung, insbesondere zum Durchführen des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, zum Vermessen von Gegenständen, insbesondere statischen Gegenständen, wie Gebäuden (1), Maschinen oder dergleichen durch Erfassung der 3-D-Koordinaten (alpha, beta, L) von Meßpunkten (P1; P2), mit einer Entfernungsmeßeinrichtung (2) zum Messen von deren Distanz (L) zu einem zu vermessenden Meßpunkt (P1; P2), einer Winkelerfassungseinrichtung zum Messen zweier Winkelkoordinaten (alpha, beta) der Ausrichtung der Entfernungsmeßeinrichtung (2) und einer Meßdatenbearbeitungseinrichtung (5; 21) zur Erfassung der Polarkoordinaten (alpha, beta, L) des Meßpunktes (P1; P2), **dadurch gekennzeichnet**, daß durch die Entfernungsmeßeinrichtung (2) am Meßpunkt (P1; P2) ein sichtbarer Lichtpunkt (P_L) erzeugbar und dessen Entfernung durch die Entfernungsmeßeinrichtung (2) meßbar ist, daß die Ent-

fernungsmeßeinrichtung (2) durch eine Stelleinrichtung um zwei Achsen (A-A; B-B) drehbar ist, deren Drehwinkel (α , β) um jeweils eine Achse bestimmbar sind, und daß eine mobile Eingabeeinrichtung (4; 21) vorgesehen ist, von der Stellsignale zur Stelleinrichtung (6, 7) und ein Aktivierungssignal zur Erfassung der aktuellen Polarkoordinaten zur Meßdatenverarbeitungseinrichtung (5) übertragbar sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Entfernungsmesseinrichtung (2) einen Laser und eine diesem zugeordnete Auswerteeinrichtung aufweist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßdatenverarbeitungseinrichtung (5) mindestens einen PC aufweist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein mobiler Rechner, insbesondere Laptop (21) oder Notebook, vorgesehen ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein Meßrechner (5) und ein Arbeitsrechner (21) vorgesehen sind.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Datenübertragungseinrichtung (22) insbesondere Funkeinrichtung, zur Übertragung von Befehlen wie Drehbefehlen, Geschwindigkeitsbefehlen und Meßauslösbefehlen zum Arbeitsrechner oder den Schrittmotoren bzw. deren Karte, sowie vorzugsweise auch zum Übertragen von gemessenen Winkeln und Entfernungen zum mobilen Rechner, insbesondere PC, vorgesehen ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der mobile Rechner (21) ein Display zur graphischen Darstellung des zu vermessenden Gegenstandes und/oder der Meßpunkte aufweist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß als Eingabeeinrichtung ein 2-D-Eingabegerät vorgesehen ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß als Eingabeeinrichtung ein Joystick (4) vorgesehen ist, dessen einer Taster als Auslöseeinrichtung für die Koordinatenerfassung beschaltet ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß als Eingabeeinrichtung eine Tastatur vorgesehen ist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß als Eingabeeinrichtung ein Spracheingabesystem vorgesehen ist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Stelleinrichtung jeweils einen Schrittmotor (6, 7) für jede der zwei Drehachsen (A-A, B-B) aufweist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß ein Getriebe (10, 11) für jeden Stellmotor (6, 7) mit einer Übersetzung von vorzugsweise etwa 1 : 100 vorgesehen ist.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Winkelauflösung jedes Winkels (α , β) etwa 100 000 Einzelstufen umfaßt.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß eine Drehachse (B-B) der Stelleinrichtung vertikal und eine Drehachse (A-A) horizontal verläuft.

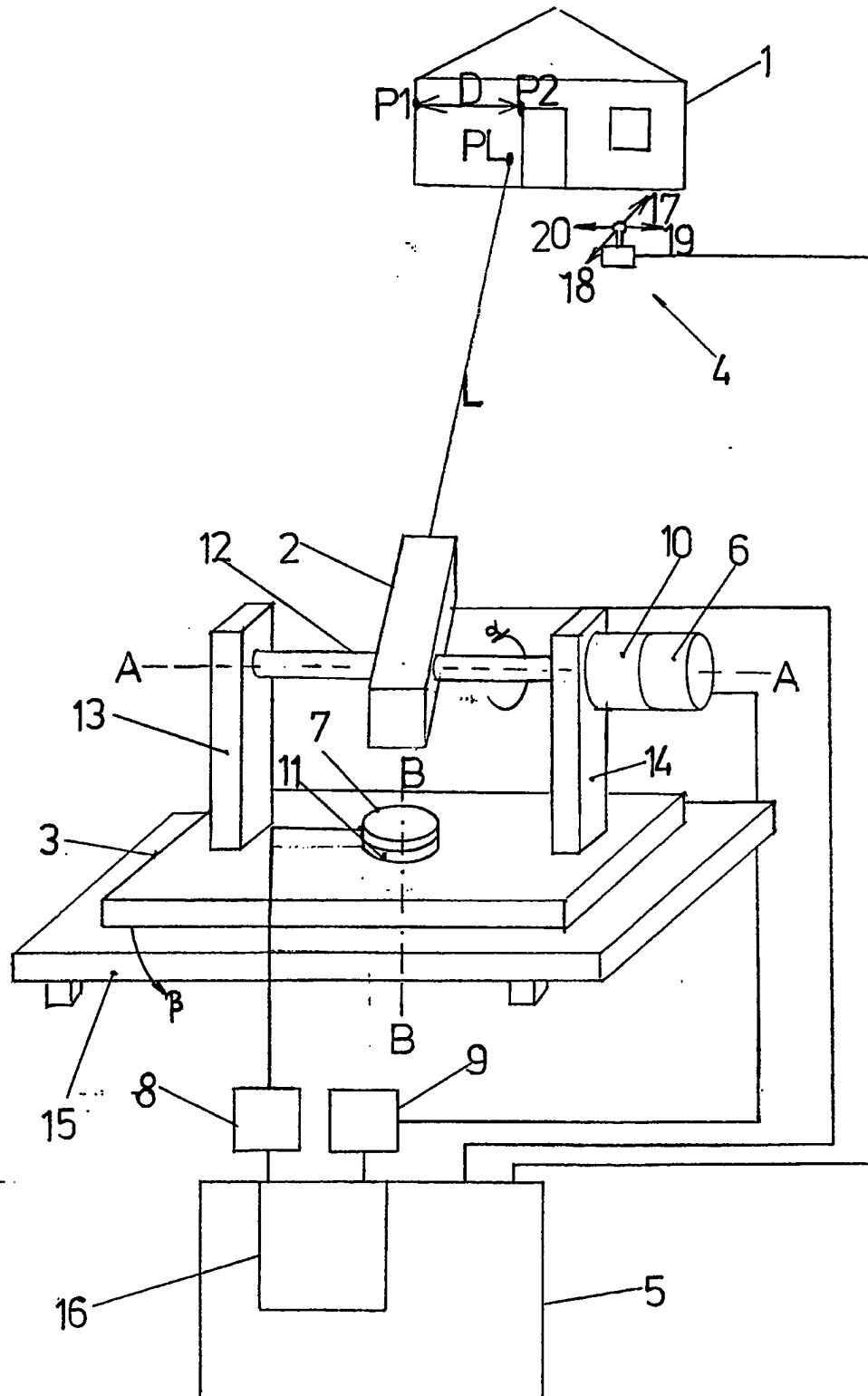


FIG 1

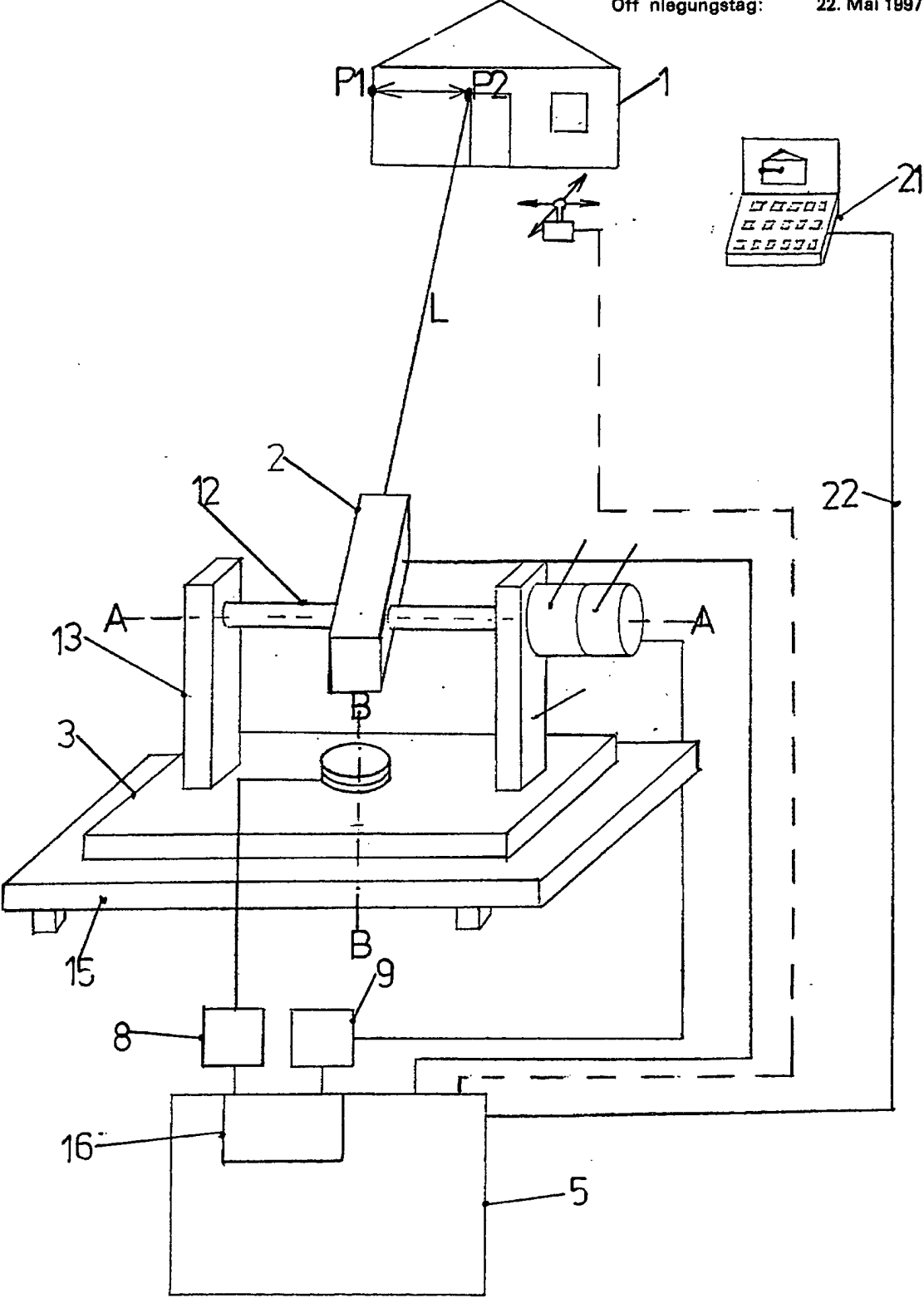


FIG 2

Measuring of objects especially static objects such as buildings and machines or similar

Patent number: DE19543299
Publication date: 1997-05-22
Inventor: KAPFER WILHELM (DE)
Applicant: KAPFER WILHELM (DE)
Classification:
- international: G01C3/26; G01B11/03; G06F17/50
- european: G01C3/22; G01B11/00D; G01C15/00A
Application number: DE19951043299 19951121
Priority number(s): DE19951043299 19951121

Abstract of DE19543299

The method is carried out by determining the 3-D coordinates of measurement points. A positionable light point (LP) is produced by a laser (2) is positioned to cover the measurement points (P1 or P2) with the visible light point (LP) using a control with joystick (4). The polar coordinates of the light point are measured, and with the operation of a mobile input unit are determined before the position at the measurement point. The coordinates are controlled in a graphic indication, on a mobile computer, especially a lap top computer. The coordinates of a measurement point are commented on before being stored. The data is fed in to a CAD programme. Especially with measurement points on surfaces inclined to the laser beam, a mirror is held manually over the measurement point, for reflecting of the laser beam.

